

Document Code:A

(11) Publication No.1020000036020

(43) Publication.Date. 20000626

(21) Application No.1019997001994

(22) Application Date. 19990310

(51) IPC Code:

B23K 26/12

(71) Applicant:

ORAMIR SEMICONDUCTOR LTD.

(72) Inventor:

GENUT MENACHEM

ISKEVITCH ELIEZER

LIVSHITS BUYANER BORIS

TEHAR-ZAHAV OFER

(30) Priority:

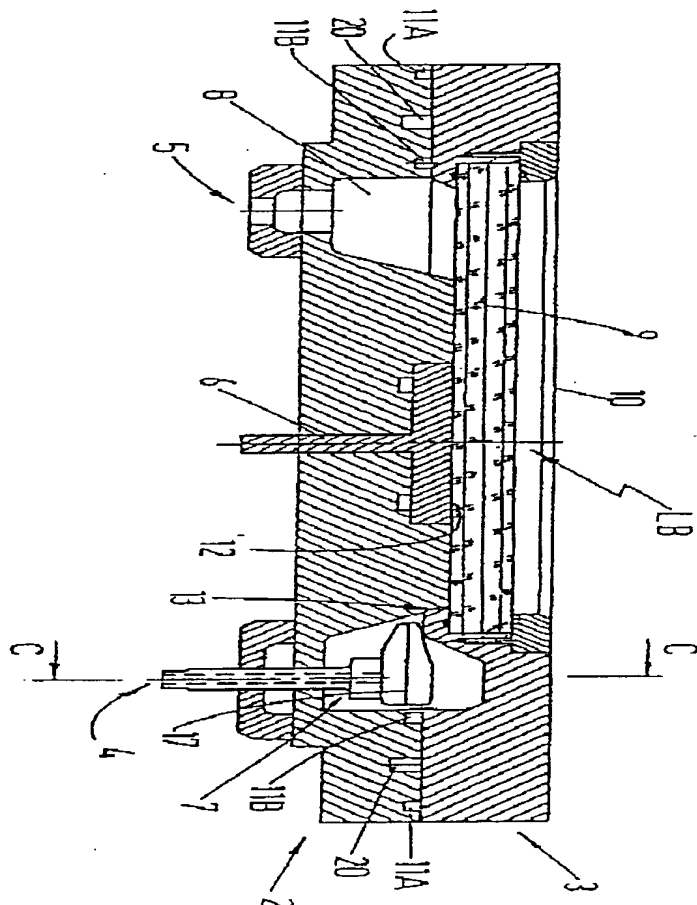
96 119246 19960912 IL

(54) Title of Invention

LASER REMOVAL OF FOREIGN MATERIALS FROM SURFACES

Representative drawing

(57) Abstract:



PURPOSE: An U.V. laser surface treatment methods, more particularly to removal of any foreign materials from substrate surfaces is provided to remove particles down to sub-micron sizes and atomic contaminants, such as heavy metals and alkaline elements, from substrate surfaces.

CONSTITUTION: A method of fast and complete laser removal of inorganic and organic foreign material, including particles down to sub-micron sizes and atomic contaminants, such as heavy metals and alkaline elements, from a substrate without any damage to the substrate, carried out by UV laser irradiation of the substrate surface in a reactive oxygen based gas, which comprises carrying out the removal process in the presence of gas containing F and/or Cl atoms in its molecules.

COPYRIGHT 2000 KIPO

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
B23K 26/12

(11) 공개번호 특2000-0036020
(43) 공개일자 2000년06월26일

(21) 출원번호 10-1999-7001994
(22) 출원일자 1999년03월10일
 변역문제출일자 1999년03월10일
(86) 국제출원번호 PCT/IL1997/00271
(86) 국제출원출원일자 1997년08월11일
(81) 지정국 AP ARIPO특허 : 가나 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다
 짐바브웨

(87) 국제공개번호 WO 1998/10886
(87) 국제공개일자 1998년03월19일

EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄

EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴

OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고

국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지야 가나 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 슬로베니아 슬로바키아 시에라리온 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 미국 우즈베키스탄 베트남 유고슬라비아

(30) 우선권주장 119246 1996년09월12일 이스라엘(1L)
(71) 출원인 오라미르 세미컨덕터 이큅먼트 리미티드 제너트 메나헨

이스라엘, 요크넨 아이리트 20692, 피.오.박스 306
(72) 발명자 리브쉬츠(부아너), 보리스

이스라엘, 카르미엘21940, 아스민스트리트20/13
제너트, 메나헨
이스라엘, 하이파34815, 리어스트리트51
테하르-차하브, 오페르
이스라엘, 나타니아42311, 비나민애비뉴28
이스케비치, 엘리저
이스라엘, 키르아트-모즈킨26000, 네브-가님, 아날레비치스트리트1/11
(74) 대리인 김태규, 김성규

심사청구 : 없음

(54) 레이저에 의한 기판 표면의 이물질 제거 방법

요약

본 발명은 기판에 어떠한 손상을 가함이 없이 이들 기판으로부터 유기 및 무기 이물질을 레이저에 의하여 완전하고도 신속하게 제거하는 방법으로서, 이들 이물질에는 중금속 및 알칼리족 원소와 같은 초미립자 크기의 파티클을 포함하며, 이물질 제거에는 UV레이저를 기판의 표면에 조사함으로써 이루어지되, 이 제거공정은 산소기체의 반응가스 속에서 수행되는바, 그 반응가스 분자 안에 F 및/또는 Cl 원자를 포함하는 가스에 임하여 제거공정을 수행하는 것을 포함하여 구성되는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거방법이다.

색인어

레이저, 제거, 파티클, 기판, 포토레지스트, 염소, 불소, 산기기체 가스

영세서

기술분야

본 발명은 UV레이저에 의한 표면처리 방법, 특히 기판 표면의 이물질 제거에 관한 것이다. 이러한 처리는 예를 들면 감광성 내식막(포토레지스트)의 완전한 박리제거나, 초/대 집적(Very/Ultra Large Scale Integration; 이하 'VLSI/ULSI'로 약칭한다) 회로 산업에 공통적인 리액티브 이온 에칭(Reactive Ion Etching; 이하 'RIE'로 약칭한다) 또는 고 도즈 이온 주입(High Dose Ion Implantation; 이하 'HDI'로 약칭한다) 공정에서 형성되는 이물질(내지 양 측벽상의 이물질) 제거를 말한다. 본 발명은 또한 1 미크론 이하의 초미세 입자 즉, 서브미크론 크기의 파티클과 원자단위의 오염 입자 예컨대, 중금속과 알칼리족 원소 등을 회로기판으로부터 제거하는 것을 포함한다.

배경기술

여러 가지 제품을 제조하는 데 있어서 제품표면에 보호물질 층을 바르는 것이 필요하며, 이 물질은 특정 공정이 완료된 후 제거되어야 한다. 이러한 공정의 예로서 이른바 '사진평판(또는 사진식판; photolithography)'공정을 들 수 있는데 이는 집적회로의 제조에 널리 사용되고 있다. 이 공정에서 패턴은 마스크(회로패턴이 인쇄된 유리판)를 통해 빛을 조사(illuminate)하는 방법으로 보호물질층을 사용한 표면에 형성되고, 패턴이 형성된 후 마스크되지 아니한 부분의 물질을 제거하는 현상액으로 이 표면을 처리함으로써 미리 결정한 패턴만 남긴다. 이어 이 표면은 이온 주입이나 에칭(부식)제으로써 처리되는데, 이로써 주입된 물질이 마스크되지 아니한 부분에 도입되거나 마스크되지 아니한 부분으로부터 물질을 제거한다. 이러한 공정이 완료되면 보호마스크의 역할은 끝난 것이므로 보호 마스크는 제거되어야 한다. 이 공정은 이미 보편화된 것으로서 이 분야에서 잘 알려진 기술이며, R.K. Watts의 'Lithography', VLSI/ULSI Technology, S.M. Sze, ed.(McGraw-Hill, New York, 1988) Chpt. 4 에 기술되어 있다.

현대의 VLSI/ULSI 회로산업에서 포토레지스트의 제거 방법으로서 주로 두가지가 알려져 있는데(D.L. Flamm의 'Dry Plasma Resist Stripping' Part1,2 및 3; Solid State Technology, 1992. 8·9·10월호 참조):

- 1) 산성 용매 또는 유기 용매를 사용하는 습식 제거(Wet stripping)법;
- 2) 플라즈마, O₃, O₃/N₂O 또는 UV/O₃에 기초한 제거법을 사용하는 건식제거 (Dry stripping)법이 그것이다.

그러나 이 두가지 방법 모두 문제가 많으며 완벽과는 거리가 멀다. 특히 앞으로 VLSI/ULSI 산업에서의 소형화를 고려할 때 더욱 그렇다. 현재의 기술로는 최소배선폭이 약 0.5 μ m 정도인 장치를 다룰 수 있지만, 20세기가 끝나기 전에 이 장치의 작업 가능 크기는 0.25 μ m까지 작아질 것으로 예상된다. 작업가능 크기의 변화는 제조기술상, 특히 제거(striping) 단계의 커다란 변화를 요한다. 그런데 전술한 선행 기술인 포토레지스트 제거 기술은 아래에서 서술하듯이 미래의 장치에서는 적당하지 않다.

습식제거법만을 사용하는 것은 완전한 해답이 되지 못한다. 왜냐하면 포토레지스트의 물리적 및 화학적 성질을 변화시켜 그 제거를 매우 어렵게 하는 곤란한 공정을 거침으로써 이러한 공정을 거친 뒤에는 포토레지스트를 완전히 제거할 수 없기 때문이다. 이러한 공정은 HDI, RIE, 심층 UV경화(deep UV curing)와 고온 포스트-베이킹(high temperatures post-bake)를 포함한다. HDI나 RIE 공정 후, 주입된 패턴의 측벽이나 에칭된 벽의 측벽을 제거하는 것이 가장 어렵다.

게다가 습식제거법은 몇가지 다른 문제점도 가지고 있는데: 제거에 사용되는 용액의 강도가 시간에 따라 변하고, 이 용액 내에 축적된 오염물질들이 웨이퍼의 기능에 악영향을 미치는 원인물질이 될 수 있으며, 제거에 사용되는 화학물질의 부식성과 독성 때문에 그 취급 및 처리에 많은 비용을 발생시키고, 액상 표면장력과 매스 트랜스포트(mass transport)가 포토레지스트의 제거를 어렵고 불균일하게 만드는 경향이 있다는 점이다.

건식 제거법 또한 몇가지 중대한 결점을 가지고 있는데, 특히 금속오염 및 미립자 오염과, 플라즈마(전하, 전류, 전기장 및 플라즈마 유도 UV복사) 및 온도로 인한 손상, 마지막으로 불완전한 제거로 인한 곤란(결코 가벼이 볼수 없는 결점)을 들 수 있다. 전술한 대로 다양한 제조단계를 거치는 동안 포토레지스트는 화학적 물리적 변화를 겪으면서 경화되며, 이 때문에 종래의 선행 제거공정의 수행이 지극히 어려워지는 것이다. 따라서 포토레지스트를 완전히 제거하려면 보통 건식과 습식 공정으로 이루어지는 일련의 복수의 단계가 필요하다.

상기의 기술은 여러가지 방면에서 이러한 문제점을 유발시켜오고 있으며, 상업용 포토레지스트의 건식제

거 장치가 사용되고 있는데, 이 장치는 다른 기술을 사용한다. 예를 들면, UV 오존 애셔(asher)는 일본의 히타치(UA-3150A)에 의하여 판매되고 있다. 건식 화학 애셔 또한 미국의 FSS(Fusion Semiconductor Systems) 등이 이를 팔고 있는데, 이것은 상승된 온도에서 화학적 애싱(ashing)에 의하여 포토레지스트를 제거하는 데 일산화질소와 오존을 사용한다. 초단파 플라즈마 애싱은 UNA-200 애셔(ULVAC Japan Ltd.) 등에서 사용되고 있다. 플라즈마 포토레지스트 제거도 아스펜 장치(Mattson Technology, 미국)와 AJRA 200(GASONIC IPC, 미국) 등에서 상업적으로 사용되고 있다.

보다 최근에는 미국특허 제5,114,834호에 기재된 바와 같이 포토레지스트를 산화시키는 환경에서, 레이저 UV 복사열을 이용한 용제 내지는 용발 즉, 어블레이션(ablation)에 의하여 제거하고 있다. 이러한 어블레이션은 포토레지스트가 레이저의 파동 에너지를 강하게 흡수하면서 이루어진다. 이 공정은 특정 포토레지스트 층을 주위의 가스(기체)로 방출시키는 과정인데, 이는 포토레지스트 내에서 화학적 결합의 끊기와 순간적인 가열로 인한 폭풍(블라스트 웨이브; blast wave)와 관련되어 있다. 즉, 부분적으로 기체화되고, 부분적으로는 파편화된 포토레지스트가 표면으로부터 부풀어 올라 떨어져나가면서 순간적으로 주위의 기체를 가열한다. 이같은 블라스트 웨이브가 어블레이션으로부터 생성된 물질을 빠르게 연소시키는 원인이며, UV레이저 복사열과 이 공정에서의 기체의 광화학적 작용 또한 블라스트 웨이브가 어블레이션으로부터 생성된 물질을 연소시키는 원인이 될 수 있다. 이 공정에서의 핵심은 박리된 포토레지스트의 연소를 수반하는 레이저 어블레이션(용발)이며, 이같은 어블레이션은 조사 지역(irradiation zone)을 통하여 흐르는 반응기체 속에서 일어난다. 레이저 복사열과 급속한 연소의 결합은 동시에 (즉각) 포토레지스트의 경화된 부분에 대한 어블레이션의 역치를 낮추어 준다. 이후 연소된 어블레이션의 생성물은 진공 흡입이나 가스에 의하여 제거되어 깨끗한 표면만 남게 된다.

한편, 미국특허 제5,114,834호는 중요하고도 새로운 하나의 방법을 제시하고 있지만, 아직 산업적으로 유용한 즉, 주어진 시간 동안 제거할 수 있는 웨이퍼의 수치가 그리 쓸만할 정도의 높은 처리량에는 이르지 못하고 있다. 이 레이저 제거 처리량은 단위시간당 단위면적의 포토레지스트를 완전히 제거하는 데 필요한 레이저 펄스의 수 즉, 제거율에 의하여 결정된다.

전체 내용이 참고문헌으로서 여기에 통합된 국제특허출원 PCT/IL96/00138(국제공개 번호 WO 97/17166)는 혼합 반응기체 속에서 수행되는 레이저 제거공정의 가속 방법을 개시하고 있는데 이 방법은, N_2O , NO , NO_2 , N_2O_3 , N_2O_4 과 NO_3 으로부터 적절히 선택된, N_xO_y 기체의 가속에 효과적인 양에 직면해서 제거공정을 수행하는 것을 포함하여 구성된다. 혼합반응 기체에는 산소나 오존을 포함할 수 있다. 화학작용을 하는 산소는 레이저에 의한 유기물질의 제거를 돕기 때문에 하나의 바람직한 해답을 제공하지만, 기판의 손상 역치를 초과하는 어블레이션 역치를 가지는 무기 잔류물의 제거에는 완전한 해답을 주지 못한다. 이러한 잔류물은 RIE공정의 진행 중에 예컨대 금속의 에칭, 폴리실리콘, 콘택(contact) 그리고 비아홀(via hole) 측벽상에 형성된다. WO 97/17166에 서술된 가스 조성물 상의 산소는 원자 산소 래디칼을 제공한다. 이들 래디칼은 무기물의 강한 화학적 결합 예컨대 Si-O, Si-C, Si-Cl 또는 기타 다른 금속-산소와 같은 결합을 끊을 수 없다. 그리하여 이러한 결합을 포함하고 있는 전술한 잔류물은 건식 제거법에서 도전하고 있는 것 중 하나가 되고 있다. 또하나의 도전은 실리콘 웨이퍼 또는 다른 기판으로부터 초미립자와 금속 오염물질을 제거하는 것이다. 이것은 ULSI 기술에서 대단히 중요하다.

반도체 웨이퍼로부터 이물질을 레이저로 제거하는 데 있어서 본 명세서 도처에 참고문헌의 내용이 인용되고 있지만, 이것은 명세서 작성의 간결함을 위하여 그리한 것이며, 이것은 이같은 문제점이 그만큼 널리 알려지고 널리 접근되어온 것임을 나타내는 것이다. 그렇다고 이후에 서술된 본 발명이 웨이퍼로부터 이물질을 레이저로 제거하는 것에 한정되는 것이 결코 아니며, 필요에 따라 이를 변경하여 여러 다른 분야에서의 이물질 제거 즉, 플랫 패널 디스플레이(FPD; Flat Panel Display), 렌즈, 포토-마스크(photo-mask), 컴팩트디스크, 자기헤드(magnetic heads) 등의 물건으로부터 이물질을 제거하는 데 적용된다.

[발명의 요약]

본 발명에서 비로소 개시하는 이 놀라운 사실은 다음과 같다. 불소 및/또는 염소원자를 포함하는 분자기체를, 중금속·알칼리족 원소 및 원자 원소와 같은 입자와 원자 오염물을 포함하는 이물질을 레이저에 의하여 제거하기 위하여 사용되는 산소 기체의 공정가스(이하 '가스'와 '기체'를 혼용한다)에, 전술한 국제공개 번호 WO 97/17166에서 서술하고 있는 방법—— 분자식 N_xO_y 를 가지는 최소한 하나 이상의 기체를 포함하는 그러한 가스 즉, 하나 또는 그 이상의 질소 산화물 내지는 산화질소, 이는 N_2O , NO , NO_2 , N_2O_3 , N_2O_4 과 NO_3 로부터 적절하게 선택되는 것으로서 주어진 산소 또는 산소혼합물에 대하여 적절한 x와 y의 값을 가진다 —— 으로 추가하면, 유기 이물질 제거 예컨대, 접착촉진제 및/또는 포토레지스트 도포 전에 사용하는 무반사 코팅의 제거 외에 무기 이물질을 신속하고도 완전히 제거할 수 있게 된다는 사실이다. 이러한 효과는 또한 현재 또는 미래의 ULSI 산업에서 보편적인 초미립자 결합(submicron geometries)에서조차 입증되었다.

따라서, 본 발명에 따른 혼합 반응기체 속에서 수행된 레이저 제거공정(a Laser Removal Process; LRP)의 가속 방법은 산소 기체의 가스 $O_2/O_3/N_xO_y$ 와 이 분자 안에 불소 및/또는 염소를 포함하는 기체에 임하여 제거공정(a stripping process)을 수행하는 것을 포함하여 구성된다.

불소 및/또는 VUV(180nm 미만의 파장을 가지는 Vacuum UV)원에 의한 보조기체 복사 레이저 에너지 플루언스 값이 상승된 상태에서, NF_3 , SF_6 , SF_4 , CF_4 , CF_3 , $NOCl$, Cl_2O , F_2O , HF , F_2 , Cl_2 , HCl 가운데서 그 분자에 F 및/또는 Cl원자를 포함하는 기체가 선택될 수 있다.

그 분자에 불소 및/또는 염소를 포함하는 가장 바람직한 기체는 NF_3 인데 이는 보다 낮은 열-해리 에너지 때문이다. 이 기체가 처리된 회로기판에 발생하는 어떠한 손상을 방지할 뿐 아니라 마이크론 크기와 초미립자(1 μm 이하)크기 그리고 금속오염원을 포함한 유기 이물질의 레이저에 의한 신속하고 완전한 제거를 가속시킨다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 수행에 있어서 사용되는 바람직한 프로세스 챔버(전술한 동일한 출원인의 국제특허출원에서 주장되고 서술된 것)를 일바닥으로부터 본 저면도;

도 2는 도 1 상의 동일물을 II-II선을 따라 자른 단면도;

도 3 및 도 4는 위의 동일 단면도에서 처리되어야 할 웨이퍼의 다른 위치를 도시한 상세도이다.

발명의 상세한 설명

본 발명에 따른 레이저에 의한 이물질 제거법은, 전술한 국제공개 번호 WO 97/17166에 서술된 레이저 스트리핑에서 이용되는 혼합 반응기체에, 염소 및/또는 불소를 포함하는 기체를 추가로 포함하여 구성되며, 이로써 웨이퍼로부터 무기 이물질뿐만 아니라 금속-유기물질 및 실리콘-유기물질(필름, 1 μ m 이하의 초미립자 및 원자 오염물질)을 신속하고 완전하게 제거하기 위한 것이다.

본자를 함유하는 할로겐의 분해는 UV 속에서, 플라스마 전자와 열-해리에 의한 광분해에 의하여 진행될 수 있다. LRP법에서, 열-해리는 액시머 레이저에 의하여 복사된 공정 가스 안의 적당한 분자로부터 초기의 불소 또는 염소원자를 얻기 위한 보편적인 방법이다. NF₃는 분자를 포함하는 다른 불소에 비하여 보다 낮은 NF_x-F 결합에너지로 가지기 때문에 선택되는데 이것이 열-해리를 보다 용이하게 촉진시킨다. NF₃는 450℃에서 효과적으로 곧 분해된다. 레이저에 의하여 야기된 매체 가스의 온도가 450℃보다 높기 때문에 NF₃에서 상당한 양의 열-해리가 일어나게 된다.

NF₃ 열-해리 결과 형성된 래디칼 NF₂ 및 NF를 가진 산소 원자의 화학 반응에 의하여 F 원자의 양이 늘어난다.

이물질을 제거하는 데 사용되는 에너지 플루언스(fluence)는 기판의 에칭에 요구되는 그것보다 훨씬 낮으며, 잔류물과 입자의 보다 효과적인 에칭에 중요하다. 이것이 불소 원자에 의하여 다음에 이어지는 화학적 에칭을 촉진시키며, 그 결과 당연히 모든 이물질에 대한 레이저 에칭을 용이하게 한다.

그러므로 이처럼 화학적 도움에 의한 레이저 에칭(이는 레이저에 의한 이물질 제거 메카니즘 가운데 하나이다)이 이 방법을 선택하는 결정 요인이 된다.

본 발명에 사용될 기체를 함유한 어떠한 염소 및/또는 불소에 있어서 중요한 요건은 기판에 대한 낮은 자발 반응도이다. 그런데 NF₃가 이러한 요건을 충족시킨다. LRP상에서 공정 기체는, 플라스마 제거법과는 대조적으로 노출시간 중의 대부분을 원자 래디칼 없이 머문다는 사실 또한 강조되어야 한다. 이것 또한 LRP방법의 선택을 선호하게 하는 요인이다.

NF₃를 사용하면 LRP공정에 있어서 웨이퍼의 온도를 떨어뜨림으로써 실리콘 산소의 감소가 최소화되는데 이것은 특히 초미립자 결합에 있어서 중요하다. 이를 위해 필요한 것은 국제공개 번호 WO 97/17164인 국제특허출원 PCT/IL96/00139에 개시된 바에 따라 이루어지는 적절한 파장의 확장에 의한 공정 창(a process window)의 확장이다. 이것은 보다 낮은 기판 온도를 가지는 상승된 플루언스 값(fluence values)상태에서 자유로운 표면처리에 손상을 준다. 후자가 실리콘 산소 및 실리콘과 불소 원자의 상호작용을 감소시킨다.

한편, 상승된 플루언스 값이 NF₃의 효과적인 집중을 떨어뜨리며, 예컨대 F 및/또는 Cl을 포함하는 많은 다른 분자 뿐만 아니라 SF₆, SF₄, CF₃Cl, NOCl, Cl₂O, F₂O, HF, F₂, Cl₂, HCl, CF₄ 와 같은 부가물을 포함하는 다른 불소의 사용을 허용할 수 있다.

덧붙여, 광분해에 의하여 할로겐 원자의 추가 발생은 VUV-복사($\lambda < 180\text{nm}$)의 보조원에 의하여 이루어질 수 있다.

본 발명의 구체적인 실시예의 하나는 기판 특히, 실리콘 웨이퍼로부터 미크론 크기 및 1 μ m 이하의 초미립자를 제거하는 것이다. 이같은 제거공정은 레이저에 의하여 수행되며 이 레이저가 화학적 에칭을 유도하고 이후 레이저 에칭이 뒤따른다. 이 공정은 매우 선택성이 높다.

실시예

실시예 1(비교)

폴리 실리콘 침착 후 노보락 타입(Novolak type)의 포지티브 포토레지스트 층을 1.2 μ m 두께로 A 6" 웨이퍼에 도포한 뒤, 전술한 대로 종래의 방법에 따른 절차에 의하여 최소 배선폭을 0.35 μ m까지 좁혀 패턴을 모사하고 이어 폴리실리콘 패턴의 RIE(Reactive Ion Etching)가 이루어지도록 하였다. RIE 공정 수행 중, 포토레지스트 뿐만 아니라 폴리-실리콘 측벽을 실리콘 유기 폴리머 필름으로 도포하여 이같은 필름이 이른바 측벽 상에 형성되도록 하였다.

상기 RIE 공정 후 웨이퍼를 프로세스 챔버(process chamber)에서 처리하였다. 이후 서술되는 프로세스 챔버는 오직 하나의 특수한 예임에 유의하여야 한다. 즉, 많은 종류의 프로세스 챔버가 본 명세서에서 서술되는 공정에 사용될 수 있으며, 특정 서술에 의하여 필요 또는 요구되는 그런 챔버의 구체적인 구성을 제안하거나 제한하는 것이 아니다. 강조하고 싶은 것은 본 발명이 어떤 특정 형상이나 크기의 챔버에 의하여 제한되지 아니하며, 본 발명은 보다 넓은 표면이나 보다 좁은 표면상에서 또한 다른 모양의 프로세스 챔버에서 그리고 다른 재료로 만들어진 프로세스 챔버 안에서 레이저 처리를 행함으로써 수행될 수 있다는 사실이다.

여기서 예로 들고 있는 프로세스 챔버는 베이스와 커버로 이루어져 있으며, 이것들을 공기가 통하지 않

게 연결하되, 프로세스 챔버의 내부가 진술한 베이스와 커버에 의하여 제한되도록 하고, 아울러 압력 또는 진공상태 하에서 유지되어질 수 있다. 이 베이스에는 N_2O_y 기체의 입구와 O_2/O_3 입구 그리고 조사지역(irradiated zone)을 통과하는 배기 가스용 기체 출구가 설치된다. 나아가 이 베이스에는 하나의 척(chuck)이 제공되고, 이 척상에 박리(제거)되어야 할 요소(element) 예를 들면 웨이퍼가 고정된다. 척 중심을 통하여 진공상태를 만들므로써 공정 중에 웨이퍼를 그 자리에 붙잡아 두도록 한다. 용융 실리콘 창이 박리(제거)될 요소 예컨대 실리콘 웨이퍼 위에 설치된다. 이 창은 레이저 빔이 통과하는 창인데 이 레이저 빔은 챔버 위쪽에 위치한 원(source)으로부터 나오게 된다. 실리콘 커버 프레임은 실리콘 창을 제자리에 유지시키고 챔버가 가압 또는 진공 하에서 유지되도록 돕는다.

이러한 챔버는 국제특허출원 번호 PCT/IL96/00141이며 WO/97/17167로 공개된 출원에서 주장되고 서술된 것인바, 그 상세한 설명은 여기의 참고문헌으로 통합되어 있다. 따라서 이후에는 참고 도면과 함께 설명을 위하여 간단히 서술한다.

프로세스 챔버는 밑바닥에서 본 평면도 즉 저면도인 도 2와 도 2의 수직단면도에서 나타나 있는 바, 이는 베이스(2)와 커버(3)를 포함하여 구성되며, 이들은 공기가 통하지 아니하는 기밀상태로 연결되고(도면에는 나타나지 않음), 프로세스 챔버의 내부는 진술한 베이스(2)와 커버(3)에 의하여 한정되며, 가압 및 진공 상태에서 유지될 수 있다. 이 베이스(2)에는 N_2O_y 기체의 입구(4)와 O_2/O_3 입구 그리고 조사지역(irradiated zone)을 통과하는 배기 가스용 기체 출구(5)가 설치된다. 나아가 이 베이스(2)에는 하나의 척(6)이 설치되고, 이 척상에 박리(제거)되어야 할 요소 예를 들면 웨이퍼가 고정된다. 척(6) 중심을 통하여 진공상태를 만들므로써 공정 중에 웨이퍼를 그 자리에 붙잡아 두도록 한다.

두 개의 씰(seal) 즉, 11A와 11B가 도 2에 나타나 있는데 이것은 오-링(O-rings)이 될 수도 있다. 이들 두 개의 씰이 프로세스 챔버 안의 두 개의 진공구역을 구획(define)한다:

a) 구역 1은 조사 지역 안에서 어블레이션 환경을 한정한다. 압력은 쓰로틀 밸브(throttle valve)에 의하여 유지되며 이 밸브는 밀폐된 고리 속에서 압력조정기와 연결되어 있다. 전형적인 압력은 50~2000 mbar의 범위 내이다. 이 압력 범위는 씰(11B)에 의하여 유지된다.

b) 구역 2는 씰 11A와 씰 11B 사이에 존재하는 바깥쪽 진공채널(20)의 압력을 한정한다.

이 채널에서의 압력은 항상 프로세스 챔버 내의 그것보다 훨씬 낮으며 대개 몇 밀리바아 또는 기계적인 진공펌프에 의하여 얻을 수 있는 전형적인 진공이다. 바깥쪽 외부 진공 채널(20)은 두가지 주요한 목적을 가지는 바: 그 하나는 커버(3)를 대기압에 의하여 단단히 유지시키는 것이고, 또 하나는 가스가 새는 경우 새는 가스를 채널(20)에 연결된 진공펌프를 통하여 빨아들이는 것이다.

웨이퍼는 도면의 '12'로 표시한 위치 즉, 척(6) 위와 창(9) 아래에 자리한다. 웨이퍼(12)는 도 3 및 도 4에 나타난 것처럼 두가지 방식으로 척(6)위에 놓을 수 있다. 도 3에서는 웨이퍼를 척(6) 위에 놓은 것이고, 도 4에서는 웨이퍼를 척(6) 안에 파묻은 것이다. 웨이퍼는 창(9)에 닿지 않고 이들 사이에서 일정한 거리를 가지며 0.2~10mm의 범위를 유지하는 것이 바람직하다. 이 간격은 $P \times h$ 의 값이 대략 일정할 것을 조건으로 변경될 수 있다. 여기에서 P는 웨이퍼 위의 압력이고 h는 진술한 범위로 한정된 간격이다. 진술한 압력은 조사지역 안의 프로세스 챔버의 중심에서 측정한다.

창과 웨이퍼 사이의 공간이 어블레이션 카세트 셀(ablation cassette cell)이며, 이 셀을 통하여 진술한 기체가 흐르고, 여기에서 어블레이션의 생성물이 웨이퍼로부터 분출·발화·연소한다. 이들 기체 인입구의 스테그네이션 셀(7; stagnation cell)을 보면, 인입 기체들이 어블레이션 셀 안으로, 도면에서 '13'으로 표시한 연결 구멍을 통하여 흘러들어감을 알 수 있다. 웨이퍼 위의 창은 어떤 조건 즉, 입사 레이저 빔(도면에서는 'LB'의 화살표로 나타냄)의 최대 통과를 허용하는 광학적 질, 내구성, 공정기체 및 온도에 대한 저항성, 기계적 강도 등을 충족시키기 위하여 용융 실리콘으로 만드는 것이 바람직하다.

상기 공정은 반응기체로서 오존과 N_2O_y 를 사용하는 미국특허 제5,114,835호와 진술한 국제공개 번호 WO 97/17166에 따라 처리되었다. 사용된 레이저는 Lambda LPX315 IMC 엑시머 레이저였다. 박리(제거)공정 진행 중 웨이퍼는 척에 의하여 150~250℃ 상태에서 유지되었으며 전기 저항 히터로 외부에서 가열하였다.

프로세스 챔버 내의 총압력은 대기압보다 약간 아래였으며 N_2O_y 의 체적농도는 5 및 30% 사이였다.

웨이퍼 상의 여러 다른 곳에 여러 종류의 펄스에 의하여 위의 엑시머 레이저가 조사(irradiation)되었으며, 이후 웨이퍼는 SEM(High Resolution Scanning Electron Microscopy; 고해상도 주사 전자현미경)으로 검사되었다. 1500 펄스를 조사한 이후조차 잔류물의 완전한 제거가 이루어지지 않았는데 이는 산업 공정에 이용될 만큼 합리적인 펄스의 수가 아니다. 1500 펄스로도 측벽의 형태 속에서 상당량의 잔류물이 관찰되었다.

실시에 2(비교)

실시에 1과 동일한 과정을 시행하였다; 다만, 염소가스를 혼합 가스에 도입하였다. 다른 Cl_2 농도가 시도되었으며 그리고 가장 좋은 조건은 부분압력 Cl_2 15 mbar인 때로 밝혀졌다. 실시에 1에서와 마찬가지로 1500펄스가 사용되었다.

SEM 검사 결과, 상기 공정이 실시에 1에 비하여 향상되었지만 어떤 측벽에서는 여전히 잔류물이 남았다.

실시에 3(비교)

실시에 1과 동일한 과정을 시행하였다; 다만, 이번에는 불소가스를 혼합 가스에 도입하였다. 이 F_2 가스를 O_2/O_3 가스와 함께 혼합하였다. 여러 다른 농도의 F_2 가스가 시도되었으며 그리고 가장 좋은 조건은 부분압력 F_2 0.3 mbar인 때로 밝혀졌다. 실시에 1에서와 마찬가지로 1500펄스가 사용되었다.

SEM 검사 결과, 상기 공정이 실시예 1에 비하여 훨씬 향상되었다; 그러나 어떤 몇개의 측벽에서는 여전히 잔류물이 남았다. 게다가 기판이 화학적으로 손상된 증거가 역시 SEM에 의하여 관찰되었다. 이것은 F_2 의 선택성이 떨어지는 것임을 나타내는 것이다.

실시예 4

실시예 1과 동일한 과정을 수행하였다; 다만, 이번에는 NF_3 가스를 혼합 가스에 도입하였다. 여러 다른 농도의 NF_3 가스가 시도되었으며 그리고 가장 좋은 조건은 부분압력 NF_3 약 800 mbar인 때로 밝혀졌다.

SEM 검사 결과, 총 펄스의 수가 500 이하였던 때조차 어떤 측벽에서의 잔류물도 없이 완전한 공정이 이루어졌다. 이는 1500 펄스를 사용한 앞의 실시예와 비교해 볼 때 3배가 넘는 처리량의 향상이다.

실시예 5

비아 홀 RIE(via hole Reactive Ion Etching)공정 후의 웨이퍼를 실시예 4에서 서술한대로 박리(제거) 처리하였다. 완전한 포토레지스트의 제거가 SEM에 의하여 확인되었다.

실시예 6

실시예 5의 실시를 되풀이하였다; 다만 웨이퍼는 콘택 홀 RIE(contact hole RIE) 후의 것이었다.

실시예 7

A 6" 원재료 실리콘 웨이퍼를 입자 탐지기(Tencor 4000 Surfscan)로 측정하였으며 $0.3\mu m$ 이상의 입자 수가 기록되었다.

상기 측정에 이어, 이 웨이퍼를 프로세스 챔버 안에서 실시예 1에서 서술한대로 처리하였다. 이 프로세스는 미국특허 제5,114,835호 및 전술한 WO 97/17166호에 따른 것이며, 실시예 1에서와 마찬가지로 반응 가스로서 오존과 N_2O 를 사용하였다.

위 프로세스 중, 이 웨이퍼를 상온(room temperature)에서 유지하였다.

웨이퍼 전체가 처리된 후 전술한 입자 탐지기 서프스캔(Surfscan)으로 테스트하였고, 그 결과 입자수가 대략 40%까지 줄어든 사실을 알 수 있었다.

실시예 8

실시예 7의 실시를 되풀이 수행하였다; 다만, 웨이퍼를 $150\sim 250^\circ C$ 에서 유지시켰다.

이 경우 입자의 약 50%가량이 제거되었음이 확인되었다.

실시예 9

실시예 8의 처리를 되풀이 수행하였다; 다만, O_3 및 N_2O 를 추가하고 실시예 4에서처럼 NF_3 을 혼합가스에 추가하였다.

이 경우 입자의 약 70%가 이 프로세스 중에 제거되었다. 웨이퍼는 이를 상온에서 유지시켰다.

실시예 10

실시예 9의 처리를 반복하였다; 다만, 웨이퍼를 $150\sim 250^\circ C$ 에서 유지시켰다.

이 경우 입자의 약 90%가 제거되었다.

실시예 11

실시예 10의 처리를 반복하였다; 다만, 웨이퍼를 상기 프로세스 챔버 안에서 3~5회 처리하였다.

이 경우 거의 모든 입자가 제거되었다.

실시예 12

실시예 1에서의 것과 마찬가지로 포토레지스트가 도포된 A 6" 웨이퍼를 실시예 1에 서술한 프로세스에 따라 박리(제거)하였다. 박리 후 웨이퍼를 VPD-TXRF(Vapor Phase Decomposition Total Reflection X-Ray Fluorescence)에 의해 체크한 결과 Ti, Cr, Fe 및 Ni와 같은 중금속의 표면 농도가 $10^{11}\sim 10^{12}$ atoms/cm²의 범위 내인 것으로 나타났다.

실시예 13

실시예 12의 처리를 반복하였다; 다만, NF_3 을 400 mbar까지 혼합가스에 추가하였다. 표면 박리 후 중금속 농도가 양에 있어서 1등급(one order)까지 줄어든 것으로 나타났다.

본 발명을 예증할 목적으로 구체적인 실시례를 서술하였으나 본 발명은 이를 당업계의 전문가가 특허청구의 범위를 초과하지 아니하거나 그 본질을 벗어나지 아니하는 여러 가지 형태의 수정, 변형, 개작을 행함으로써 실시할 수 있다는 사실에 유의하여야 할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

기판에 어떠한 손상을 가함이 없이 기판으로부터 유기 및 무기의 이물질 제거방법으로서,

상기 이물질은 중금속 및 알칼리족 원소과 같은 1 μ m 미만 및 원자 오염물질인 파티클을 포함하며,

이물질의 제거는 산소 기재 반응가스 안에서 기판 표면에 UV레이저를 조사함으로써 이루어지되, 이 반응 가스 분자는 그 안에 F 및/또는 Cl 원자를 포함하는 가스이며, 이 가스 속에서 상기 이물질 제거공정을 수행하는 것을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 완전하고도 신속한 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 반응가스에 산소 또는 오존을 혼합하여 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 3

제1항 및 제2항에 있어서, 상기 산소 기재 반응가스에 산화 질소(N_xO_y)를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 조사가 엑시머 레이저에 의하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 5

제1항 및 제4항에 있어서, 엑시머 램프 또는 다른 VUV 원에 의한 레이저 조사를 추가하여 구성되는 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 6

제1항 또는 제5항에 있어서, 상기 반응가스로서 그 분자 내에 불소 및/또는 염소를 포함하는 가스는, NF_3 , SF_6 , SF_4 , CF_4 , $NOCl$, CF_3Cl , HF , Cl_2 , Cl_2O , F_2O , HCl 와 F 및/또는 Cl을 포함하는 다른 분자 가운데서 선택되는 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 7

제1항 또는 5항에 있어서, 그 분자 안에 불소 및/또는 염소를 포함하는 상기 가스가, UV레이저가 조사될 때 열-해리에 의하여 불소 및/또는 염소원자를 방출하는 가스인 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 8

제1항 또는 제5항에 있어서, 그 분자 안에 불소 및/또는 염소를 포함하는 상기 가스가, 반응가스 혼합의 부피비 95%의 양까지 존재하는 것임을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 불소 원자를 포함하는 상기 가스가, NF_3 인 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 이물질이 얇은 필름인 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 11

제1항 및 제10항에 있어서, 상기 이물질이 포토레지스트인 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 이물질이 마이크론 및 초미립자 크기인 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 13

제11항 및 제12항에 있어서, 상기 기판이 실리콘 웨이퍼인 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 14

제11항 및 제12항에 있어서, 상기 기판이 플랫 패널 디스플레이인 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 15

제11항 및 제12항에 있어서, 상기 기판이 콤팩트 디스크인 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 16

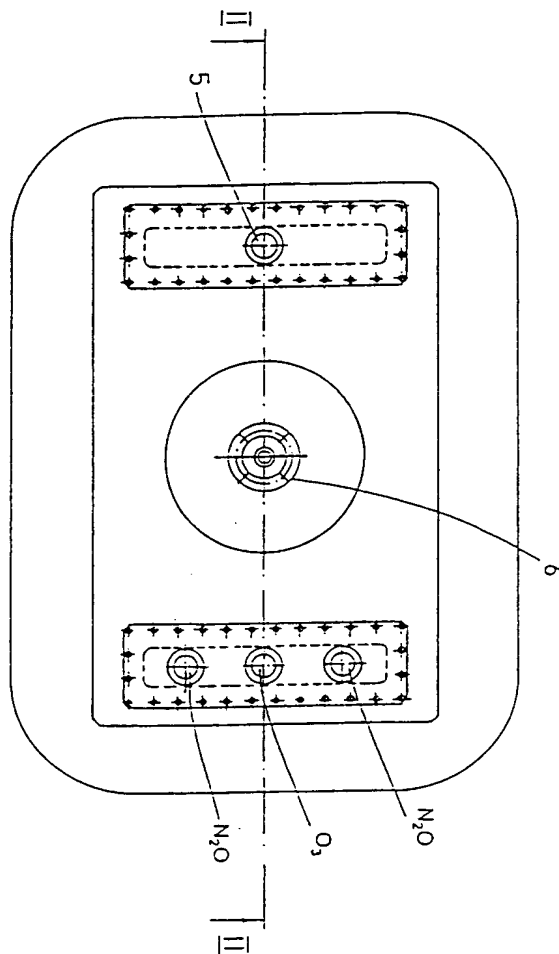
제11항 및 제12항에 있어서, 상기 기판이 자기 헤드(magnetic head)인 것을 특징으로 하는 레이저에 의한 기판의 이물질 제거 방법.

청구항 17

상기 기판에 어떠한 손상을 가함이 없이 이들 기판으로부터 중금속 및 알칼리족 원소와 같은 $1\mu\text{m}$ 이하의 초미립자 크기까지의 입자 즉, 파티클을 포함하는 이물질을, 전술한 방법과 실질적으로 동일한 방법으로 레이저에 의하여 제거하는 방법.

도면

도면1



도면4

